

Beschreibung

Verfahren zur Abbildung von Gleichströmen und Gleichstrom-
wandler zur Durchführung des Verfahrens

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abbildung von
Gleichströmen, insbesondere für die Verwendung in Gleich-
spannungs-Schaltgeräten, mit Hilfe einer von dem zu messenden
Gleichstrom durchflossenen Primärwicklung, die mit einer Se-
10 kundärwicklung über einen Eisenkern magnetisch gekoppelt ist
und einen zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Gleich-
stromwandler.

Die Erfassung von Strömen in Gleichstromkreisen ist mit grö-
15 ßeren technischen Problemen verbunden als die von Strömen in
Wechselstromkreisen, in denen mittels magnetischer Wandler
eine Übertragung auf eine Meßeinrichtung oder auf die Auslö-
seschaltung eines Schaltgerätes erfolgen kann.

20 Für Niederspannungs-Schaltgeräte besteht darüber hinaus die
Forderung, daß die Messung möglichst aus dem System heraus
erfolgen soll, d. h. ohne die Bereitstellung fremder Energie
durch eine zusätzliche Energiequelle, die eine Hilfsspannung
zur Verfügung stellt, was bei Wechselstromnetzen ebenfalls
25 ein nur geringes Problem ist, oder zumindest mit einer Ener-
giequelle mit nur geringer Leistung.

Bekannt ist die Messung der Primärströme auf magnetischem We-
ge, also mit Hilfe von Hallsonden oder Feldplatten. Die Me-
30 thode hat sich, zumindest für den hier bevorzugten Ein-

Bekannt ist es auch, einen Meßwiderstand (Shunt) in den Primärstromkreis einzufügen und die Spannung über diesem Meßwiderstand einem Trennverstärker zuzuführen, der ausgangsseitig auf die Auslöseschaltung einwirkt. Die Lösung ist jedoch technisch sehr aufwendig wegen der Anforderungen, die der Trennverstärker erfüllen muß. Außerdem entsteht eine ständige, hohe Verlustleistung im Meßwiderstand.

Mit der EP-A 0 651 258 ist ein Meßverfahren für Gleichströme bekannt, bei dem der Primärleiter mit einer Erregerwicklung über einen Eisenkern magnetisch gekoppelt wird. Letzterer wird mit einem regelmäßigen, dreieckförmigen Wechselstrom erregt, der in einer weiteren, als Meßspule dienenden Wicklung regelmäßig beabstandete Impulse entstehen läßt. Wird der Eisenkern nun durch den Primärgleichstrom in der einen oder anderen Richtung vormagnetisiert, so ändert sich aufgrund der Verschiebung der Hysteresekurve des Eisenkerns der Abstand der gemessenen Impulse, der als Maß für den zu messenden Primärstrom ausgewertet werden kann. Die Lösung ist ebenfalls schaltungstechnisch sehr aufwendig und erfordert die ständige Bereitstellung einer Hilfsspannung mit einer entsprechenden Leistung, so daß ein nicht unbeträchtlicher Energieaufwand entsteht.

29 Ein weiteres Verfahren zur Messung von Gleichströmen beruht
auf der Kompensation eines durch den Gleichstrom in einem Ei-
senkern hervorgerufenen Magnetfeldes durch eine Erregerwick-
lung. Zur Steuerung des Kompensationsstromes in der Erreger-
wicklung wird das Magnetfeld in einem Luftspalt des Eisen-
30 kerns mit Hilfe eines Magnetfeldsensors gemessen. Der in der

Eine weitere Möglichkeit mit Hilfe der Magnetfeldkompensation ist in UK-A 2 029 973 aufgezeigt. Nach dieser Lösung wird in die Kompensationswicklung ständig wiederholend ein rampenförmiger Strom eingespeist und das Magnetfeld im Eisenkern über eine Indikatorwicklung gemessen.

Das Kompensationsverfahren erfordert für das Bereitstellen eines ständigen Kompensationsstromes ebenfalls einen beträchtlichen Energieaufwand und ist für den vorgenannten Zweck so nicht geeignet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Meßverfahren und schließlich einen Gleichstromwandler anzugeben, mit denen sich Gleichströme wesentlich energieärmer und möglichst genau abbilden lassen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das von einer Sekundärwicklung eines in einer Primärwicklung des von dem zu messenden Strom durchflossenen Eisenkerns gelieferte Stromsignal integriert und der integrierte Stromwert einer Meßeinrichtung oder einer Auslöseschaltung eines Schaltgerätes zugeführt wird, wobei in vorgegebenen Zeitabständen ein Abgleich des integrierten Stromwertes durchgeführt wird, indem der zu messende Primärstrom nach dem Kompensationsverfahren, bei dem das Magnetfeld im Eisenkern durch einen dem Primärstrom entgegen gerichteten Strom in einer Kompensationswicklung auf Null gesteuert wird, unter Zuhilfenahme eines Magnetfeldsensors zur Messung des Magnetfeldes im Eisenkern ermittelt und der integrierte Stromwert auf diesen Wert

abgeglichen wird. Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt. Die Meßeinrichtung des Erfindungsanwendungsbereichs ist schematisch dargestellt.

Das Kompensationsverfahren kann vorteilhaft so durchgeführt werden, daß in die Sekundärwicklung oder eine separate Kompensationswicklung ein linear ansteigender Gleichstrom eingespeist wird.

Das Verfahren kommt mit einem Bruchteil des Energieaufwandes zuvor bekannter Gleichstromwandler aus, weil das Kompensationsverfahren nur in Zeitabständen durchgeführt wird, um die Drift des mit dem Integrationsverfahren ermittelten Stromwertes zu beseitigen.

Ein zur Durchführung des Verfahren geeigneter Gleichstromwandler weist erfindungsgemäß eine von dem zu messenden Primärgleichstrom durchflossene Primärwicklung und eine Sekundärwicklung auf, die über einen Eisenkern magnetisch gekoppelt sind, sowie einen Magnetfeldsensor zur Messung des Magnetfeldes des Eisenkerns, eine mit der Sekundärwicklung verbundene Integrierschaltung, deren Ausgang mit einer Meßeinrichtung oder einer Auslöseschaltung eines Schaltgerätes verbunden ist und eine mit der Sekundärwicklung über einen Umschalter oder mit einer separaten, auf den Eisenkern gewickelten Kompensationswicklung verbundene Kompensations-schaltung. Diese besteht aus einer steuerbaren Gleichstromquelle und einer den Stromwert der Gleichstromquelle bei kompensiertem Magnetfeld, das heißt bei einem magnetischen Fluß gleich Null, zum Abgleich der Integrierschaltung verarbeitenden Auswerteschaltung.

Zweckmäßig ist der Eisenkern mit einem Lufspalt versehen, in dem bzw. in dessen Nähe der Magnetfeldsensor angeordnet wird.

- 5 Die Sekundärwicklung liefert ein Signal, welches dem di/dt des Primärgleichstromes entspricht. Die nachgeschaltete Auswerteschaltung, vorzugsweise auf Mikroprozessor-Basis, bildet durch Integration des Signals aus der Sekundärwicklung den Primärgleichstrom ab und kann mit diesem Wert in bekannter
10 Weise den Überstromschutz ausführen.

- Zur Ermittlung des Primärstromes ist eine Langzeitintegration notwendig, bei der geringe Fehler über sehr lange Zeiten zu großen Abweichungen zwischen dem Rechenwert und dem wahren
15 Primärstrom führen können, so daß ein Überstromauslöser fehlerhaft arbeiten würde. Zur Vermeidung dieses unerwünschten Langzeiteffektes wird in gewissen Zeitabständen mit Hilfe des Magnetfeldsensors eine Strommessung durchgeführt. Dazu wird in die Sekundärwicklung oder eine separate Kompensationswick-
20 lung ein Gleichstrom eingespeist, der von Null beginnend mit der Zeit linear ansteigend eine Rampe hochfährt. Zur gleichen Zeit wird das Ausgangssignal des Magnetfeldsensors beobachtet. Zeigt das Signal einen Umkehrpunkt oder einen Polarisitätswechsel, je nach dem Typ des verwendeten Magnetfeldsen-
25 sors, so ist das Magnetfeld im Lufspalt Null und der Kompensationsstrom, multipliziert mit der Windungszahl der Sekundär- bzw. Kompensationswicklung, gleich dem Primärstrom, mit dem dann der zuvor integrierte Stromwert korrigiert wird. Da-
nach kann die Stromerfassung wieder durch Integration erfol-
30 gen.

gleich Null, so ergibt sich wegen der magnetischen Charakteristik des Eisenkernes eine mehr oder weniger starke Unsymmetrie der Spannung. Wird das Magnetfeld bei ansteigendem Kompensationsstrom schließlich Null, so ergibt sich eine symmetrische Wechselspannung. Der gesuchte Meßpunkt ist dann erreicht. Im Gegensatz zu dem zum Stand der Technik beschriebenen Kompensationsverfahren muß dabei keine Regelung des Kompensationsstroms erfolgen. Vielmehr kann der Meßvorgang abgebrochen werden, wenn durch den linear ansteigenden Kompensationsstrom das Magnetfeld im Eisenkern zu Null geworden ist.

Die Verwendung einer solchen Indikatorwicklung hat den Vorteil gegenüber anderen Magnetfeldsensoren, daß ihre Temperaturfestigkeit wesentlich höher ist. Die Temperaturfestigkeit hängt nur von der Isolationsklasse der Wicklung ab. Übertemperaturen bis 200°C können bei entsprechender Isolation zugelassen werden.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung der für den Gleichstromwandler benötigten Anordnung

Fig. 2 das beim regelmäßigen Abgleich mit verschiedenen Magnetfeldsensoren entstehende Signal

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Anordnung zur Kompensationsmessung.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der Beschreibung näher erläutert. Es zeigt die Zeichnung eine Anordnung zur Kompensationsmessung.

senkern 2 ist mit einem Luftspalt 3 versehen, in dem ein Magnetfeldsensor 4 untergebracht ist. Auf den Eisenkern 2 ist eine Sekundärwicklung 5 aufgebracht, deren Strom das zu wertende Signal liefert. Das Stromsignal wird in einer hier nicht gezeigten Integrierschaltung integriert und liefert dann ein Abbild für den Primärgleichstrom I_{prim} .

10 Dazu wird die bis dahin durchgeführte Strommessung kurzzeitig unterbrochen und in die Sekundärwicklung 5 ein linear ansteigender Kompensationsstrom I_{sek} eingespeist, bis das Ausgangssignal I_1 des Magnetfeldsensors 4 einen Umkehrpunkt bzw. einen Polarisationswechsel erreicht, wie in Fig. 2 gezeigt ist.

15 Der mit der Windungszahl w multiplizierte Kompensationsstrom I_{sek} entspricht dem zu messenden Primärgleichstrom I_{prim} . Mit diesem gemessenen Wert wird der zuvor mittels Integration ermittelte Stromwert nun korrigiert.

In eine Indikatorwicklung 7 wird ein symmetrischer Wechselstrom, der von einer Wechselstromquelle 8 geliefert wird, abgespeist. Die Spannung über der Indikatorwicklung 7 wird

8

densatoren geeignet. Beide Werte werden anschließend in einem Komparator 11 verglichen.

5 Solange der Komparatorwert ungleich Null ist, bedeutet das, daß die Spannung wegen der magnetischen Eigenschaften des durch den Primärstrom I_{prim} vormagnetisierten Eisenkerns 2 unsymmetrisch ist.

10 Beträgt der Komparatorwert Null, so ist die gemessene Wechselspannung über der Indikatorwicklung 7 symmetrisch und somit ein Maß dafür, daß das Magnetfeld im Eisenkern Null, d. h. der Primärgleichstrom I_{prim} kompensiert ist. Der Strom I_{sek} in der Sekundärwicklung 5 ist in diesem Augenblick ein Maß für den Primärgleichstrom I_{prim} . Der Wert wird festgehalten, 15 um mit ihm anschließend den mit dem Integrationsverfahren gewonnenen Stromwert zu korrigieren. Die Integration und die Stromwertkorrektur erfolgen zweckmäßig digital in einem hier nicht gezeigten Mikroprozessor. Für den Fall der Anwendung in einer Auslöseschaltung eines Gleichstromschaltgerätes ist die 20 Auslöseschaltung ohnehin bereits mit einem Mikroprozessor ausgerüstet, der hierfür mitverwendet werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abbildung von Gleichströmen, insbesondere für die Verwendung in Überstromauslösern von Gleichspannungs-Schaltgeräten, mit Hilfe einer von dem zu messenden Gleichstrom durchflossenen Primärwicklung (1), die mit einer Sekundärwicklung (5) über einen Eisenkern (2) magnetisch gekoppelt ist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

daß das von der Sekundärwicklung (5), gelieferte Stromsignal integriert und der integrierte Stromwert einer Meßeinrichtung oder einer Auslöseschaltung eines Schaltgerätes zugeführt wird, wobei in vorgegebenen Zeitabständen ein Abgleich des integrierten Stromwertes durchgeführt wird, indem der zu messende Primärstrom nach dem Kompensationsverfahren, bei dem das Magnetfeld im Eisenkern (2) durch einen dem Primärstrom entgegen gerichteten Strom in einer Kompensationswicklung auf Null gesteuert wird, unter Zuhilfenahme eines Magnetfeldsens-
sors (4) zur Messung des Magnetfeldes im Eisenkern (2) ermittelt und der integrierte Stromwert auf diesen Wert korrigiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

daß zur Durchführung des Kompensationsverfahrens die Sekundärwicklung (5) als Kompensationswicklung benutzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

daß zur Durchführung des Kompensationsverfahrens in Hilfe

4. Halbleiterschaltgerät mit einem von einem Strom durchflossenen Eisenkern

10

därwicklung (5) über einen Eisenkern (2) magnetisch gekoppelt ist zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

- 5 einen Magnetfeldsensor (4) zur Messung des Magnetfeldes des Eisenkerns (2), eine mit der Sekundärwicklung (5) verbundene Integrierschaltung, deren Ausgang mit einer Meßeinrichtung oder einer Auslöseschaltung eines Schaltgerätes verbunden ist und eine mit der Sekundärwicklung (5) über einen Umschalter
10 oder mit einer separaten, auf den Eisenkern (2) gewickelten Kompensationswicklung verbundene Kompensationsschaltung, bestehend aus einer steuerbaren Gleichstromquelle (6) und einer den Stromwert der Gleichstromquelle (6) bei kompensiertem Magnetfeld zum Abgleich der Integrierschaltung verarbeitenden
15 Auswerteschaltung (9, 10, 11).

5. Gleichstromwandler nach Anspruch 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

- daß der Eisenkern (2) einen Luftspalt (3) aufweist, in dem
20 oder in dessen Nähe der Magnetfeldsensor (4) angeordnet ist.

6. Gleichstromwandler nach Anspruch 4 oder 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

- daß der Magnetfeldsensor (4) eine Hallsonde ist.
25

7. Gleichstromwandler nach Anspruch 4 oder 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

- daß der Magnetfeldsensor (4) ein Feldplatten-Sensor ist.

- 30 8. Gleichstromwandler nach Anspruch 4 oder 5,

9. Gleichstromwandler nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung mit 9, 10, 11 aus

Zusammenfassung

Verfahren zur Abbildung von Gleichströmen und Gleichstromwandler zur Durchführung des Verfahrens

5

Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Abbildung von Gleichströmen, insbesondere für die Verwendung in Gleichspannungs-Schaltgeräten und einen Gleichstromwandler zur Durchführung des Verfahrens.

10

Für Niederspannungs-Schaltgeräte besteht die Forderung, daß die Messung des Primärgleichstromes möglichst aus dem System heraus erfolgen soll, d. h. ohne die Bereitstellung fremder Energie durch eine zusätzliche Energiequelle, die eine Hilfspannung zur Verfügung stellt, oder zumindest mit einer Energiequelle mit nur geringer Leistung.

15

Mit dem vorliegenden Verfahren wird das von einer Sekundärwicklung eines in einer Primärwicklung des von dem zu messenden Strom durchflossenen Eisenkerns gelieferte Stromsignal integriert und der integrierte Stromwert einer Meßeinrichtung oder einer Auslöseschaltung eines Schaltgerätes zugeführt, wobei in vorgegebenen Zeitabständen ein Abgleich des integrierten Stromwertes durchgeführt wird, indem der zu messende Primärstrom nach dem Kompensationsverfahren unter Zuhilfenahme eines Magnetfeldsensors zur Messung des Magnetfeldes im Eisenkern ermittelt und der integrierte Stromwert auf diesen Wert korrigiert wird.

20

25

Das Verfahren kommt mit einem Bruchteil des Energieaufwandes zuvor bekannter Gleichstromwandler aus, weil das Kompensationsverfahren nur in Zeitabständen durchgeführt wird, um die

30